

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-288235

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 13/18 9/16			G 0 2 B 13/18 9/16	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-98711

(22) 出願日 平成8年(1996)4月19日

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 猪狩 和夫

埼玉県朝霞市泉水3-13-45 富士写真フ
イルム株式会社内

(72) 発明者 石川 欣宏

埼玉県朝霞市泉水3-13-45 富士写真フ
イルム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小林 和憲

(54) 【発明の名称】 結像レンズ

(57) 【要約】

【課題】 等倍率で用いても像面照度が高く、かつ諸収差の変動を抑えた結像レンズを提供する。

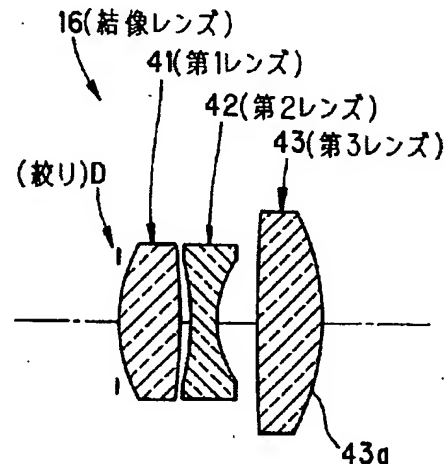
【解決手段】 結像レンズ16は、物体側から順に、両凸レンズからなる第1レンズ41、両凹レンズからなる第2レンズ42、両凸レンズからなる第3レンズ43の3枚のレンズにより構成され、第3レンズ43の像側の面43aが非球面に形成されている。また、第1レンズ41の焦点距離を f_1 、第2レンズ42の焦点距離を f_2 、第3レンズ43の焦点距離を f_3 、全レンズの合成焦点距離を f 、第2レンズ42の屈折率を N_d としたときに、

$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$

$0.25 < |f_2| / f < 0.35$

$1.65 < N_d < 1.72$

なる各条件を満たす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、両凸レンズからなる第1レンズ、両凹レンズからなる第2レンズ、両凸レンズからなる第3レンズの3枚のレンズから構成され、前記第3レンズの像側の面を非球面に形成するとともに、前記第1レンズの焦点距離を f_1 、第2レンズの焦点距離を f_2 、第3レンズの焦点距離を f_3 、全レンズの合成焦点距離を f 、第2レンズの屈折率を N_d としたときに、

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < N_d < 1.72$$

なる各条件を満たすことを特徴とする結像レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被写体像をCCD等の撮像素子に結像させるためのレンズとして好適な結像レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】搬送中の現像済み写真フィルムに光源からの照明光を照射し、写真フィルムを透過した画像光を光学系を介してCCD等の固体撮像素子に結像させ、得られた画像をCRTやプリンタ等の映像機器に出力するフィルム画像入力装置が知られている。このフィルム画像入力装置では、投影光は等倍率で固体撮像素子に結像され、この結像用の光学系として、例えば特開平3-81714号公報に記載されているトリプレットタイプのレンズが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】トリプレットレンズは、簡単な構成で諸収差のバランスを良好な状態に保つことができるという利点があるが、等倍率で用いるために画角を広げようとすると、これに伴って像面照度が暗くなるという欠点がある。そこで、像面照度が明るくなるように構成されたトリプレットタイプのレンズが特開平5-188284号公報により提案されている。ところが、このレンズを等倍率で用いると、像面湾曲が大きくなりすぎてこれを抑えきれなくなり、歪曲収差が増大してしまう。このように、結像レンズの広角化と高照度化とを両立させることは非常に困難で、従来のトリプレットタイプの結像レンズでは、そのFナンバーは5程度が限度とされていた。

【0004】本発明は、上記の事情を考慮してなされたもので、等倍率で用いても像面照度が高く、かつ諸収差の変動を抑えた結像レンズを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の結像レンズは、物体側から順に、両凸レンズからなる第1レンズ、両凹レンズからなる第2レン

ズ、両凸レンズからなる第3レンズの3枚のレンズにより構成し、第3レンズの像側の面を非球面に形成するとともに、第1レンズの焦点距離を f_1 、第2レンズの焦点距離を f_2 、第3レンズの焦点距離を f_3 、全レンズの合成焦点距離を f 、第2レンズの屈折率を N_d としたときに、

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < N_d < 1.72$$

なる各条件を満たすようにするものである。

【0006】

【作用】本発明では、第2レンズの負の屈折力および屈折率を適切な値にすることによって、等倍率で用いた際に生じる球面収差を補正するとともに、像面湾曲の変化を抑えることができる。また、第3レンズの像側の面を非球面にすることで、第2レンズで抑えきれなかった像面湾曲を補正し、歪曲収差を抑えることができるようになる。

【0007】また、条件式

$$0.25 < f_1 / f_3 < 0.75$$

を満たすことにより、第1レンズで生じる球面収差および第3レンズのコマ収差の変動を抑えて諸収差のバランスを保ち、良好な光学性能を得ることができる。この条件式の下限を超えると、第1レンズの屈折力が大きくなりすぎ、第1レンズで生じる球面収差が増大して第2レンズで補正しきれなくなる。また上限を超えると、第3レンズの屈折力が大きくなりすぎ、第3レンズのコマ収差が増大して像面湾曲を抑えきれなくなる。

【0008】また、条件式

$$0.25 < |f_2| / f < 0.35$$

$$1.65 < N_d < 1.72$$

を満たすように第2レンズを構成することで、球面収差を補正することができるとともに、像面湾曲の変化を抑え、諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。上記条件式のうち少なくともいずれかが下限を超えると、第2レンズの負の屈折力が過大となって球面収差が増大し、これを抑えきれなくなる。また、いずれかが上限を超えると、像面湾曲が悪化して第3レンズで補正しきれなくなり、歪曲収差が増大する。

【0009】なお、第3レンズの非球面は、条件式

$$X = c h^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K) c^2 h^2}] + A h^4 + B h^6 + C h^8 + D h^{10}$$

を満たすように形成される。式中、 K 、 A 、 B 、 C 、 D は非球面係数を、 c は曲率半径の逆数を、 h は光軸からの光線の高さをそれぞれ表す。ここで、条件式

$$-0.0007 < A < -0.00015$$

を満たすように非球面を構成することで、軸上、軸外の諸収差をバランス良く補正することができる。この条件式の上限および下限を超えると、像面湾曲と球面収差が過剰となり、補正しきれなくなる。

【0010】

【発明の実施の形態】図5は、フィルム画像入力装置の構成を示すものである。フィルム画像入力装置10は、光源用の蛍光灯11と画像読取り部12とモニタ13とから構成されている。写真フィルム14は、蛍光灯11と画像読取り部12との間を図中矢印方向に一定速度で搬送される。画像読取り部12は、光路折り曲げ用のミラー15、結像レンズ16、CCDラインセンサ17、及び画像処理部18からなり、CCDラインセンサ17と画像処理部18とは、一枚のプリント基板19上に形成されている。

【0011】蛍光灯11から放たれた照明光は、写真フィルム14を透過してフィルム画像を投影する。写真フィルム14を透過した投影光は、ミラー15によってフィルム搬送方向と平行な向きに反射され、結像レンズ16を介してCCDラインセンサ17に結像される。CCDラインセンサ17に結像された像の画像信号は画像処理部18に送られ、ここでネガ・ポジ変換処理、階調補正、色補正等を実施した後にモニタ13に映し出される。

【0012】画像読取り部12は、図6および図7に示す保持ユニット20内に一体に組み込まれている。保持ユニット20は、図7に示すように、ミラー15を保持する本体部21、結像レンズ16を保持するレンズ枠22、およびCCDラインセンサ17とプリント基板19とを一体に保持する撮像素子枠23と、押さえ板24とから構成されている。本体部21、レンズ枠22、および撮像素子枠23は、それぞれ遮光性を有する樹脂材により成形される。本体部21には、暗箱25が一体に設けられており、この内部にミラー15が収納される。暗箱25は背面25aが開口しており、上面25bには写真フィルム14を透過した投影光を暗箱25内に入射させるための入射口26が形成されている。また暗箱25の両側面25c、25dには、対向する位置に開口27a、27bが形成されている。

【0013】撮像素子枠23の前部には、鏡筒28が一体に設けられている。鏡筒28は、撮像素子枠23内に組み込まれるCCDラインセンサ17の光軸と同軸となるように設けられており、その上部にはリブ29a、29bと開口30とが設けられている。この鏡筒28には結像レンズ16を保持したレンズ枠22が嵌め込まれ、これによって結像レンズ16とCCDラインセンサ17とが同軸上に位置決めされる。撮像素子枠23は、前面に取り付けたレンズ枠22の先端部が暗箱25の開口した背面25aから暗箱25内に入り込むように位置決めされた後、本体部21上にネジ止めされる。

【0014】押さえ板24は金属製の薄板からなり、暗箱25の上面に被せられて本体部21上にネジ止めされる。この押さえ板24には、暗箱25に形成された入射口26と対向する位置に開口24aが形成されているとともに、一対のミラー保持片31、32、押圧片33

a、33b、および鉤状をした係止片34が一体に設けられている。一対のミラー保持片31、32は、暗箱25の両側面25c、25dを挟むように設けられ、その先端部には、それぞれ内側に折り曲げられてなるミラー保持部31a、32aが形成されている。ミラー保持部31a、32aは、暗箱25の両側面25c、25dに形成された開口27a、27bから暗箱25内に突出し、この上にミラー15が載置される。

【0015】押圧片33a、33bおよび係止片34は、鏡筒28の上方に突出するように設けられている。図6に示すように、押圧片33a、33bは、鏡筒28の上部に設けられたリブ29a、29bに当接して鏡筒28を下方に押さえつけ、撮像素子枠23の上下方向への移動を規制する。また係止片34は、鏡筒28に形成された開口30内に入り込み、撮像素子枠23の前後方向への移動を規制する。これらにより、押さえ板24を暗箱25上に被せた時点でレンズ枠22と撮像素子枠23とが一体に本体部21上に仮止めされ、結像レンズ16およびCCDラインセンサ17が位置決めされる。そして、撮像素子枠23および押さえ板24をネジ止めすれば、ミラー15、結像レンズ16、CCDラインセンサ17の位置関係が適正な状態に維持され、保持ユニット20内に固定される。なお、本体部21上の撮像素子枠23のネジ止め位置35a、35b（図7参照）を、結像レンズ16の光軸16aと平行な向きに長く形成しておけば、撮像素子枠23が前後方向に移動可能となるので、結像レンズ16の焦点位置を正確に調節することができる。

【0016】図1は、本発明の結像レンズのレンズ構成を示すものである。結像レンズ16は、物体側から順に、第1レンズ41、第2レンズ42、第3レンズ43の3枚のレンズにより構成され、絞りDの像側に配置されている。第1レンズ41および第3レンズ43は両凸レンズからなり、また第2レンズ42は両凹レンズからなる。第3レンズ43の像側の面43aは、非球面状に形成されている。なお、絞りDは、結像レンズ16を保持するレンズ枠22の物体側の開口部となる。

【0017】

【実施例】

「第1実施例」結像レンズ16の仕様は次のとおりである。

$$\begin{aligned} f &= 13.44 \\ f_1 &= 5.09 \\ f_2 &= -3.70 \\ f_3 &= 10.16 \\ F_{no} &= 3.5 \\ m &= 0.92 \end{aligned}$$

【0018】上記データ中、fは結像レンズ16全体の合成焦点距離、 f_1 は第1レンズ41の焦点距離、 f_2 は第2レンズ42の焦点距離、 f_3 は第3レンズ43の

焦点距離、 F_{no} はFナンバー、 m は倍率を示している。

*あるいは空気間隔を表している(単位はmm)。

【0019】結像レンズ16のレンズデータを次の表1

【0020】

に示す。なお、面番号 i は物体側から順に各レンズの面

【表1】

に付した番号で、面間隔 d は次の面との間のレンズ厚み*

面番号 i	曲率半径 R	面間隔 d	屈折率 N_d
1	絞 り	0.000000	
2	4.96072	1.930071	1.804465
3	-19.44748	0.336971	
4	-8.34163	0.800000	1.689312
5	3.80713	1.190781	
6	47.69051	2.071417	1.743492
7	-8.80262 (非球面)		

【0021】非球面は、条件式

$$X = ch^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2 h^2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10}$$

を満たすように形成されている。なお、式中 c は曲率半径の逆数($=1/R$)、 h は光軸からの光線の高さを表す。また、非球面係数は以下のとおりである。

$$K = 0.000000$$

$$A = -0.452720E-03$$

$$B = -0.415715E-04$$

$$C = 0.308772E-05$$

$$D = -0.552697E-06$$

【0022】結像レンズ16の特徴値である「 f_1/f_2 」、「 $|f_1|/|f_2|$ 」、および「 N_d 」の各値は、

$$f_1/f_2 = 0.5009842$$

$$|f_1|/|f_2| = 0.2752976$$

$$N_d = 1.689312$$

であり、条件式

$$0.25 < f_1/f_2 < 0.75$$

$$0.25 < |f_1|/|f_2| < 0.35$$

$$1.65 < N_d < 1.72$$

を満たしている。

【0023】結像レンズ16の収差図を図2に示す。な

20 お、図中(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、

(C)は歪曲収差を表している。また、図2(A)の球面収差図における符号 c 、 d 、 F は、それぞれ c 線(656.3nm)、 d 線(587.6nm)、 F 線(486.1nm)に対する収差を表す。さらに、図2(B)の非点収差図における符号 S 、 T は、それぞれ球欠の断面、子午的断面に対する収差を表す。

【0024】次に、結像レンズの構成の別の実施例について、それぞれの仕様およびレンズデータを示す。また、図3および図4に、各実施例による球面収差、非点収差、および歪曲収差の各収差図を示した。

30 収差、および歪曲収差の各収差図を示した。

【0025】「第2実施例」

$$f = 13.15$$

$$f_1 = 4.94$$

$$f_2 = -3.63$$

$$f_3 = 10.10$$

$$F_{no} = 3.5$$

$$m = 0.92$$

【0026】第2実施例の結像レンズのレンズデータを次の表2に示す。

40 【0027】

【表2】

面番号1	曲率半径R	面間隔d	屈折率Nd
1	絞 り	0.000000	
2	4.95049	1.912273	1.804465
3	-16.70952	0.330539	
4	-7.71197	0.800000	1.699305
5	3.92896	1.301192	
6	59.74300	2.151344	1.743492
7	-8.45165 (非球面)		

【0028】非球面係数は次のとおりである。

$K = 0.000000$

$A = -0.281501E-03$

$B = -0.470091E-04$

$C = 0.322713E-05$

$D = -0.365699E-06$

【0029】第2実施例の結像レンズの特徴値は、

$f_1/f_2 = 0.4891089$

$|f_1|/|f_2| = 0.2760456$

$N_d = 1.699305$

であり、条件式

$0.25 < f_1/f_2 < 0.75$

$0.25 < |f_1|/|f_2| < 0.35$

* $1.65 < N_d < 1.72$

を満たしている。

【0030】「第3実施例」

$f = 13.50$

20 $f_1 = 5.32$

$f_2 = -3.83$

$f_3 = 10.24$

$F_{no} = 3.5$

$m = 0.92$

【0031】第3実施例の結像レンズのレンズデータを

次の表3に示す。

【0032】

* 【表3】

面番号1	曲率半径R	面間隔d	屈折率Nd
1	絞 り	0.000000	
2	5.17571	2.182967	1.804465
3	-20.00922	0.392817	
4	-8.30348	0.800000	1.689312
5	4.02118	1.436145	
6	29.06657	2.662847	1.678553
7	-8.77809 (非球面)		

【0033】非球面係数は次のとおりである。

$K = 0.000000$

$A = -0.255770E-03$

$B = -0.152171E-04$

$C = -0.461150E-06$

$D = -0.654243E-07$

【0034】第3実施例の結像レンズの特徴値は、

$f_1/f_2 = 0.5195312$

$|f_1|/|f_2| = 0.2837037$

$N_d = 1.689312$

であり、条件式

$0.25 < f_1/f_2 < 0.75$

$0.25 < |f_1|/|f_2| < 0.35$

50 $1.65 < N_d < 1.72$

を満たしている。

【0035】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、結像レンズを両凸レンズ、両凹レンズ、両凸レンズの3枚のレンズにより構成し、両凹レンズの屈折力を調整することで等倍率で用いた際の球面収差を補正するとともに、像面湾曲の変化を抑えることができる。また、最も像側に位置するレンズの像側の面を非球面にすることで、両凹レンズで抑えきれなかった像面湾曲を補正し、歪曲収差を抑えることができるようになる。これらにより、像面照度が明るくなるように構成された結像レンズであっても、諸収差のバランスを良好な状態に保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の結像レンズのレンズ構成図である。

【図2】図1に示した結像レンズの収差図であり、

(A)は球面収差を、(B)は非点収差を、(C)は歪曲収差をそれぞれ表している。

*【図3】本発明の結像レンズの別のレンズ構成による収差図である。

【図4】本発明の結像レンズのさらに別のレンズ構成による収差図である。

【図5】画像入力装置の構成を示す概略図である。

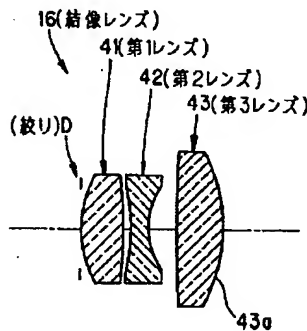
【図6】図5に示した画像読取り部を収納する保持ユニットの外観図である。

【図7】図6に示した保持ユニットの分解図である。

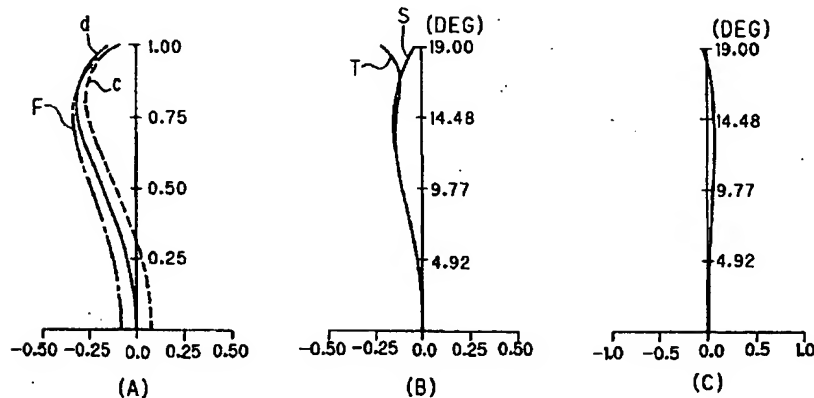
【符号の説明】

- 10 画像入力装置
- 12 画像読取り部
- 14 写真フィルム
- 16 結像レンズ
- 17 CCDラインセンサ
- 41 第1レンズ
- 42 第2レンズ
- 43 第3レンズ
- * D 絞り

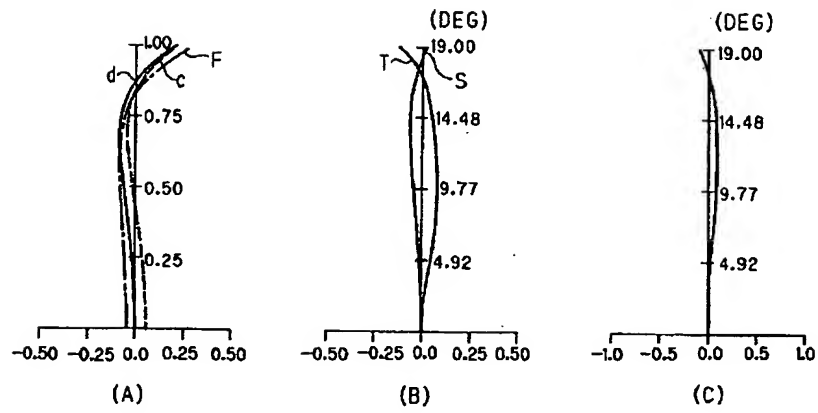
【図1】



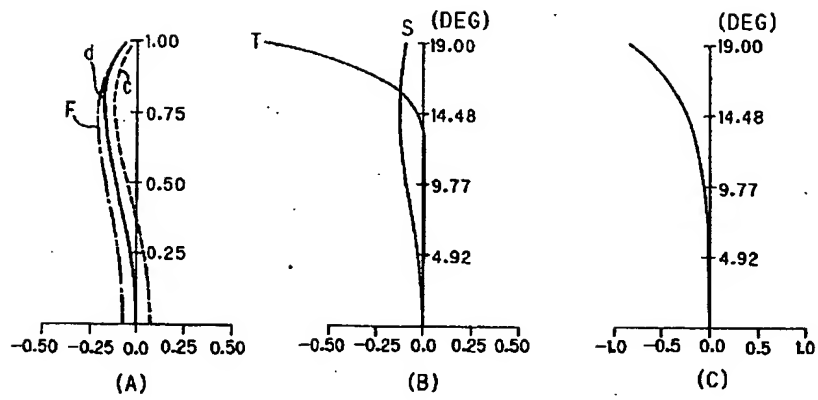
【図2】



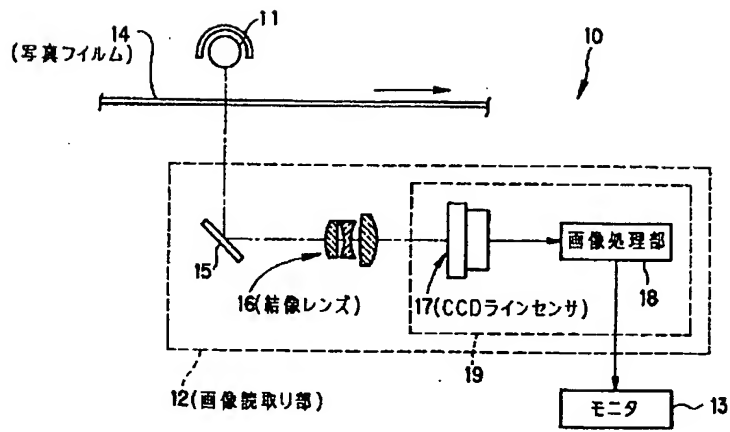
【図3】



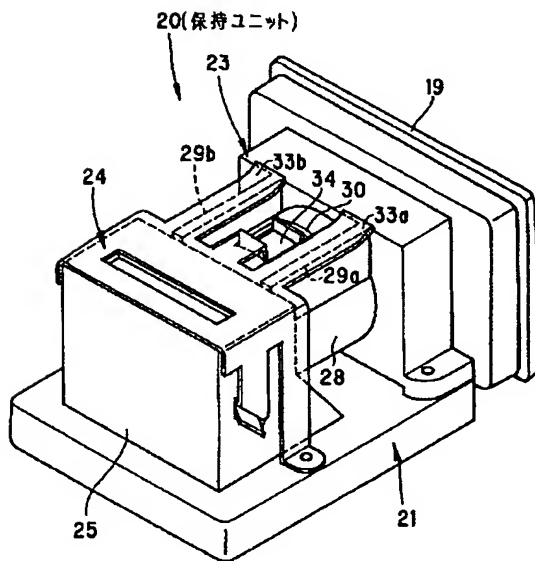
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

